

核能簡訊
雙月刊
中華民國九十八年二月號
No. 116
國際間低放處置場設址溝通經驗及回饋案例
價格巨幅變動下之我國核子燃料採購經驗
歐巴馬要用核能減碳八成
德國電力公司推出零碳電費方案
歐盟3200萬美元打造核子燃料銀行

核能簡訊

中華民國九十八年二月號



CONTENTS

專題報導

●我國低放處置場的回饋措施……………………編輯室 1

他山之石

●日本低放處置場地方溝通與回饋………………編輯室 3

●南韓低放處置場設址經驗及回饋措施…………編輯室 5

●國際間低放處置場設址溝通經驗及回饋案例…編輯室 6

熱門話題

●聰明採購抗通膨—價格巨幅變動下之我國核子燃料採購策略……………………………………………編輯室 9

核能脈動

●歐巴馬要用核能減碳八成………………………編輯室 15

●德國電力公司推出零碳電費方案………………編輯室 16

●歐盟3200萬美元打造核子燃料銀行……………編輯室 17

●台日核能交流座談 分享公眾溝通經驗（上）………18

輻射看板

●臺灣地區民生消費食品及飲水放射性含量分析報導……………………………………………………編輯室 24

核能新聞

●國外新聞…………………………………………編輯室 26

●國內新聞…………………………………………編輯室 28

出版單位 中華民國核能學會
財團法人核能資訊中心

地　　址 新竹市光復路二段一〇一號研發大樓208室

電　　話 （03）5711808

傳　　真 （03）5725461

網　　址 http://www.nicenter.org.tw

E - mail nic@nicenter.twmail.net

發 行 人 朱鐵吉

編輯委員 李四海、徐懷瓊、翁寶山、黃文盛、劉仁賢、潘欽、蔡顯修、謝牧謙、鍾堅、顏上惠、蕭金益（依筆畫順序）

主　　編 朱鐵吉

顧　　問 喻冀平

文　　編 鍾玉娟、翁明琪、陳婉玉

美　　編 陳慧欣

編 印 者 信誠廣告事業有限公司

地　　址 台北市興安街100號3樓之5

編者的話

回饋金之於低放射性廢棄物最終處置場，可說是「水」與「舟」的關係。可以因為高額的回饋金與相關措施，使處置場選址作業進行得較為順利；也可以因為潛在場址地區因同意設址、獲得回饋金的獎勵補助，而被外界投以異樣眼光，間接影響設址意願。

目前國際間有34個國家、78座低放處置場，為瞭解其他國家低放處置場的回饋金措施，本刊編輯蒐集各國相關資料，成為本期的專題報導。特別是我們的鄰國—日本與南韓，文化與民情相似，其作法值得我們瞭解與參考。而其他歐美國家如加拿大、比利時、芬蘭、瑞士等，回饋金額不一，回饋措施作法則大同小異。其中芬蘭在選址過程中，不需經過公投，處置場運轉之後也完全沒有回饋金，當地政府只有課徵較高的稅金，作為各種建設之用。相較之下，我國的回饋金目前是國際間最為優渥的。

從上述國家與處置場的數量與數十年運轉經驗可看出，低放射性廢棄物的管理技術已經非常成熟，安全性不需存疑。回饋金的作法其實是造福自己也造福地方的作法，並非是對居民健康或精神損害的賠償金或補償金，而是作為處置場與所在地共存共榮的珍貴資源。

近年來，台電公司的營運績效因國際發電原料價格高漲而深受影響，其中石油、煤與天然氣的漲幅雖然驚人，但是原料鈾的現貨價格，自民國92年至96年6月的漲幅高達13.5倍，更是前所未見。核能發電的原料價格雖然飆升，但是核能發電的成本卻不升反降。台電公司採取一系列微妙又有長遠眼光的策略及作法，有效降低核燃料採購的成本，盡量抑制對電價的衝擊。箇中奧秘本期將有非常詳盡的圖文說明。

我國低放處置場的回饋措施

◆ 編輯室

前言

至2008年底為止，國際間已有34個國家、78座低放射性廢棄物最終處置場（簡稱低放處置場）。為了促進與場址地區的和諧與福祉，大部分的國家都有回饋金的制度，用作建設所在地區的公共工程與社會福利措施之用。本期「專題報導」單元將針對世界主要核能國家，有關低放處置場的回饋措施進行深入探討，供我國民眾參照、瞭解。本文首先說明我國低放處置場的回饋措施。

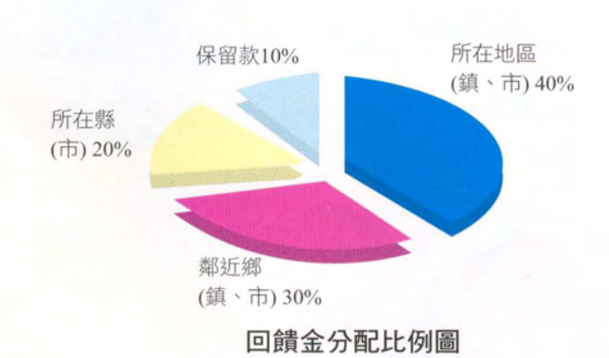
回饋金的比例

為推動我國低放射性廢棄物最終處置設施的選址工作，主辦機關--經濟部得依據「低放射性廢棄物最終處置設施場址設置條例」第12條規定，由核能發電後端營運基金提撥經費作為回饋金。這項回饋金的總額以行政院核定處置設施場址時的幣值計算，最高不得超過新臺幣50億元。其回饋金分配比例如下：

一、處置設施場址所在地鄉（鎮、市）不低於40%，至少20億元。

二、處置設施場址鄰近鄉（鎮、市）合計不低於30%，至少15億元；無鄰近鄉（鎮、市）者，則處置設施場址所在地鄉（鎮、市）及縣（市）各增加15%。

三、處置設施場址所在地縣（市）不低於20%，大約10億元。相關使用辦法，則由主辦機關另行訂定。



回饋金分配比例圖

上述回饋金自行政院核定場址至開始營運為止，按照處置場施工進度交由地方政府，依照預算、決算程序自行運用。

此外，在選址期間，選址作業者—台電公司應針對可能的場址進行各項調查作業。由於調查作業必須地方相關機關與民眾配合才能順利完成，為了獎勵地方協助推動選址作業，另訂有「核能發電後端營運基金低放射性廢棄物最終處置計畫場址調查評估獎勵要點」，所在鄉鎮在完成調查階段時可獲得3,000萬元，所在縣則可獲得1,000萬元。

依照貯存數量另計回饋金

低放處置場完工開始運轉之後，根據貯存廢棄物桶數的多寡，處置場可再撥付回饋金。「核能發電後端營運基金放射性廢棄物貯存回饋要點」中的第4條規定：各低放射性廢棄物及用過核子燃料貯存設施的回饋金如下：

「可送處置的低放射性廢棄物：設施所在鄉鎮年度回饋金為設施上一年底實際貯存

的可送處置的低放射性廢棄物每桶新台幣100元；設施各鄰接鄉鎮及所在縣年度回饋金為設施上一年底實際貯存的可送處置的低放射性廢棄物每桶新台幣60元。」

回饋金的撥付辦法，於第5條中有詳細說明：年度的回饋金於完成法定預算程序後，由台灣電力公司向核能發電後端營運基金管理委員會申請，由該會撥付接受回饋的縣政府及鄉鎮公所。

回饋金的使用範圍

至於回饋金的使用，回饋要點的第6條有限定其運用的範圍：

一、地方公共建設的規劃、興建、維修與營運。

二、各該縣（鄉、鎮）居民用電補助。

三、其他經預算程序核可辦理有利於興建放射性廢棄物貯存設施的事項。

但是，如果貯存設施在規劃、施工、運轉或放射性廢棄物遷移時，遭受不合作、反抗、反對或抗爭等阻礙行動時，後端營運基金可以減少、延後或停止撥付回饋金。

結語

日本的原子力燃料公司於青森縣六個所村所設各項核子設施，包括低放射性廢棄物處置場、鈾濃縮廠、用過核子燃料再處理廠、高放射性廢棄物貯存設施及混合氧化物燃料（MOX）燃料製造廠等，26年來對地方的回饋金約290億日圓（約新台幣80億），平均每年約3億新台幣。相較之下，我國的低放處置場回饋金50億元，更為優渥。

六個所村由於相關核子設施一一設立之後，居民平均所得為全縣的121%，回饋金不再是居民仰賴的唯一活水，核子設施帶來的就業機會、公共建設、觀光收益…等經濟活動，已造就六個所村的高品質生活圈。

後續將一一介紹日本、南韓以及其他國家的回饋措施，從這些例子也可看出，回饋金並非是對居民健康或精神損害的賠償金或補償金，而是作為處置場與所在地共存共榮的珍貴資源。



日本低放處置場 地方溝通與回饋

◆ 編輯室

日本境內唯一一座、也是全亞洲最大的低放射性廢棄物最終處置場，座落在北部的青森縣六個所村內。六個所村內除低放處置場外，尚設有鈾濃縮工廠、高放貯存場、核燃料再處理廠等核能設施，儼然是個綜合性的核子設施園區。然而，就跟其他國家一樣，一開始核子設施決定在此地落腳時，也頻遭居民反對。不過日本跟他國以中央政府作為主力，對地方進行設址溝通的模式不同。由於日本電力公司均屬民間私營，因此六個所村的核能設施設置和溝通事宜，就落在設施經營者－日本原子力燃料公司(JNFL)的身上。

早在1970年代，日本原燃公司即提出了在六個所村設置綜合核子設施的申請，但數年後經過兩次地方投票，都遭村民否決。六個所村居民多以務農為生，難免會擔心核設施的設置會影響生計，村民也有不少安全方面的疑慮。不過日本原燃公司在1980年代，盡力宣導溝通之後，順利取得地方同意設置各種設施。1992年，六個所村低放處置場順利營運，用過核子燃料貯存設施、再處理廠等也隨後陸續設置。



圖2：六個所村特產

六個所村低放處置場分兩個區塊，目前約接收20萬桶來自核能電廠的低放廢棄物，總容量可達300萬桶。

六個所村村民從抗爭到理解接受核子設施，這條漫長的道路，是由日本原燃公司的努力溝通開啟。該公司透過媒體、印製書面資料宣導處置場概念與安全性，並且積極舉辦村民說明會與公聽會，解除村民疑慮。除此之外，每年原燃公司還會派員與村民做家庭訪問，做面對面、直接的溝通。他們還邀請村民參觀國內外核設施，透過所見成功安全的核設施營運實例，消除對於核設施的疑慮，自1985-2006年間共計安排約4,000人次(六個所村總人口1.2萬)，耗資5.3億日圓。



圖1：六個所村低放最終處置場

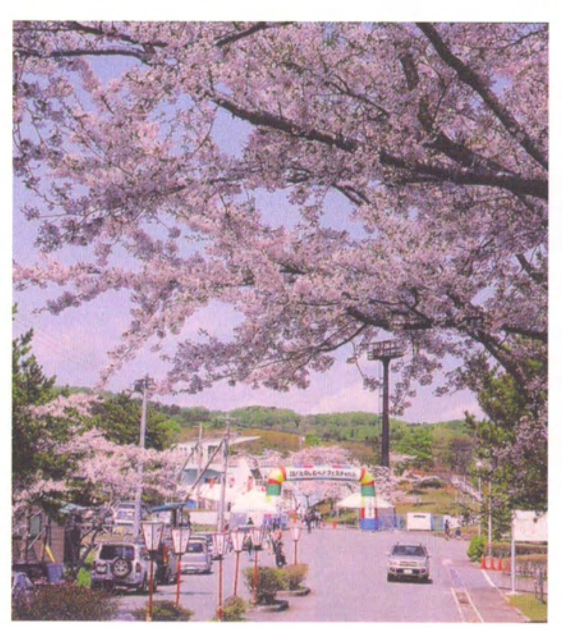


圖3：六個所村一景

依據日本電源三法中的「電源所在地促進對策」回饋金規劃，六個所村內因設置綜合核子設施，從1988-2007年間已經領取290億日圓，其中低放處置場占14億餘日圓。而地方對於補助金的使用，僅限於道路、水電等公共設施，不可用在支付村辦公設備、人事費用，以避免淪為私用。

除了實際的回饋金之外，原燃公司用人在地化，創造數千個就業機會，使村民所得比縣民所得多出五成；他們並且積極參與地方活動，強化與居民的感情，建設鄉土文物館，以回饋金興建溫泉會館，並且結合地方特色建立展示館，多年來該公司的積極作為已經達到良好的成效，設施經營者與居民之間已有相當的瞭解和信任。





圖4-6：豐富的文化活動

資料來源：
1. "參訪日本核子事故緊急應變及核能相關設施，" 行政院原子能委員會，96年8月10日。http://open.nat.gov.tw/OpenAdmin/robta/show_file.jsp?sysId=C09601695&fileNo=003
2. "電源三法交付金制度の概要，" http://www.rokkasho.jp/kikaku/sanpou/hyousi.html
3. "麻雀變鳳凰，日本六個所村" 核能簡訊104期，96年2月號。
4. "2007六ヶ所村勢要，" 六ヶ所村企画調整課。

南韓 低放處置場設址經驗及回饋措施

◆ 編輯室

南韓政府在1986-2004年間啟動的低放處置場選址計畫，歷經多次失敗仍無結果。但數度流產的選址計畫，總算在2005年露出一線曙光。南韓政府在2005年3月通過特別法，為設址當地提供金援，並且在當年8月截止自願場址申請。2005年8月前，有慶州、群山、浦項和盈德4地申請，最後經過地方公民投票，由慶州以最高同意率出線，獲選為低放最終處置場址，後來更名為月城處置場。

南韓此番低放最終處置場成功選址，是建立在社區「自願」設址的基礎上來運作。自願設址的地方經過議會通過之後，由當地政府向工商能源部遞送意向書申請設址。主管機關隨後進行場址評估和利害關係人意見諮詢，檢視潛在場址安全性和實施設址的條件。在地方舉行投票決定是否設址之前，南韓選址委員會會將評估結果送交地方政府。在法律規範之下，南韓工商能源部必須為設址地方民眾舉辦公聽會或座談會。

各地自願場址舉辦投票，由同意率最高的地區獲選為最終場址。對於投票結果，南韓政府設有以下的基本門檻：1.地方居民投票率超過1/3。2. 地方居民支持率超過一半以下是2005年8月，南韓4個自願設址地區公民投票結果：

	慶州	群山	浦項	盈德
同意率	89.5%	84.4%	67.5%	79.3%

慶州地方政府可參與月城最終處置場設計，由於當地居民偏好混凝土貯存倉型式，因此政府順應民意。位在慶州的月城處置場在2007年動工、2008年完成50%的工程，預計在2009年12月能完成一期工程。

設址獎勵措施

南韓政府設立特別法以提供獎勵措施，如多樣化的基金，設施設址回饋金、韓國水力與核電公司總部遷址，自願設址的社區在當年選址期間也得到部分補助金。慶州市在確定設址後，已經收到一次性的回饋金新台幣97億，依照與中央政府的協議，在處置場計畫通過和開始營運兩階段可分別領取50%。除此之外，處置場興建初期的容量設計為10萬桶，最終將可容納80萬桶。處置場50年的營運期間，每年依據處置的廢棄物數量，每年約可獲得約3億的回饋金。

處置場回饋方案是由國家法律規定，等政府通過電力發展計畫之後，韓國水力與核電公司必須在3年內將總部遷移至慶州。在處置場營運之前，中央政府需設置特別基金，由地方政府作控管。基金需運用在地方發展、推展觀光事業、擴增文化設施、實施增進居民收入、穩定生活環境和福利計畫以提升生活水準。 一旦處置場開始營運，部分的處置費用將用在地方政府的電力補貼、公眾溝通、教育或是環境安全管理；支援農漁業和觀光產業。其他的回饋方案包括:中央政府提高處置場當地的預算，當地企業可優先標下政府新台幣1.4億以下的計畫和通過優先聘僱當地居民工作方案。

國際間低放處置場設址溝通經驗及回饋案例

◆ 編輯室

放射性廢棄物管理對於各國政府來說，都是需要地方性解決方案的全國性議題。無論國家採取何種處置方式，最終都還是要在地方設址。以世界各國經驗來說，一旦選址作業啟動，地方參與的重要性將會大增。

爭議性設施設址時，不免會面臨地方上強烈的反對力量。場址當地居民通常會認為，自身考量和權益未受政府正視。一旦受設址影響最深的當地居民主動參與決策過程率低，設址就容易失敗。以英國來說，幾次廢棄物設施設址的失敗經驗，多肇因於缺乏地方參與和決策過程不公開透明。

比利時、加拿大和瑞典政府在實行廢棄物管理計畫時，針對參與設址的地方，運用包括工作小組的「社區夥伴關係」溝通策略。這種作法可以讓當地居民討論未來處置場對生活環境的影響，提供他們表達看法或是退出設址計畫的機會。政府與設址當地採取合作策略，處理地方關心的議題，會比以公權力強迫執行好很多。

夥伴關係：地方有自主權 將選址爭議降到最低

設址時採取的夥伴關係策略，會有以下幾項主要元素，包括讓地方社區:

- 可自願參與或退出選址
- 可評估廢棄物設施提案並且影響未來設施發展，例如成立工作小組
- 在漫長的選址過程中，有充分資金供應參與各式決策活動
- 將選址過程中的負面效應降到最低，並且為了永續經營處置場當地，提供社區福利

某些國家政府會藉由訂定合約，規範中央與場址當地雙方的「社區夥伴關係」。以下就「社區夥伴關係」中提到實質的社區福利做討論。

設址當地福利回饋

各國政府對於設址當地社區提供的回饋方案不一，有的在設址過程即會實行，有的方案，則是要等到設施已經確定設址才會啟用。場址未定期間提供的回饋措施，目標是讓社區在決策形成期間有參與能力，並且有更多的經濟支援，讓地方能在資訊較為對等的基礎上瞭解設址事宜，例如提供社區設施技術諮詢人員等。在某些國家，社區居民還可以參與處置場的設計和相關的回饋措施方案規劃，例如，若成功設址，社區可以依照當地需求量身打造工作機會。此類型的回饋方案，在於確保設址能帶給地方附加價值。

雖然社區回饋配套措施架構通常是透過國家層級的規劃，不過在不違反回饋方案的主體架構下，地方仍可依據自我需求，主導回饋方案的細節。

社區回饋類型：

社區總體營造

社區總體營造方案是讓社區可以討論處置場發展影響，通常這類回饋方案在社區自願選址時，或是「考慮」是否參加選址時，

就可以啟動。回饋方案提供的基金可以：

- 規劃處置場未來發展
- 使當地成立工作小組以評估處置場提案、監督場址探勘流程和與設址機關溝通
- 使地方自行聘僱專業人士，以檢視設址機關探勘流程作業
- 使社區可以聘請專業法務人士，在正式過程中代表地方發聲

社會福利

- 繳付地方稅
- 保障當地居民就業機會和就業訓練
- 支援當地服務業
- 投資公共建設，如道路修築、興建醫院與休閒設施等
- 保證地價穩定

經濟回饋措施：回饋金會透過一系列的經濟重建機制，回饋給設址當地或是鄰近地區，例如公共建設計畫和企業優惠措施，但通常要等正式設址才會啟動。

跨世代基金: 某些處置場會設置信託基金,以確保未來的居民還能有足夠資金能處理他們關心的議題。這種類型的回饋目標之一,是在維持社區的永續發展,基金設置通常在正式設址後才會啟動。以下就比利時、加拿大、芬蘭和瑞士的經濟回饋經驗作概述。

比利時

比利時政府於2006年中決定，中低放處置場將落腳在戴索市(Dessel)。

社區福利

目前比利時政府並沒有提供設址當地回饋金。然而在選址過程中，比利時政府會以特定基金，支援社區參與討論處置場設計和安全議題活動，同時也會為未來設址後的社會經濟配套措施作大略規劃。

依據比利時先前的選址經驗，參與選址的3個地區，每年可領取1,250萬元(新台幣，下略)連續4年，經費主要用於辦理活動和參觀其他地區核設施。每個社區亦可一次領取370萬的社經影響研究經費，另外還有處置場電腦模擬動畫專案的補助款370萬元。

加拿大

低放處置場之一：希望港計畫(進行中)

基金

依據希望港草案規定，跟廢棄物設施設址有關的3個區域－希望港市、希望鎮和克萊靈頓區，均可領取3,500萬元的補償金。但地方政府必須將回饋金設置在獨立的基金內，基金孳息可作適當運用。然而，在加拿大主管機關發放廢棄物設施建造執照之前，還不能動用回饋金本金。

稅收補償

若場址三個影響地區可以證明設址後，因地價下滑導致稅收減少，他們將可向政府申請補償。不過補償上限為：希望港市175萬、希望鎮53萬和克萊靈頓區17.5萬元。

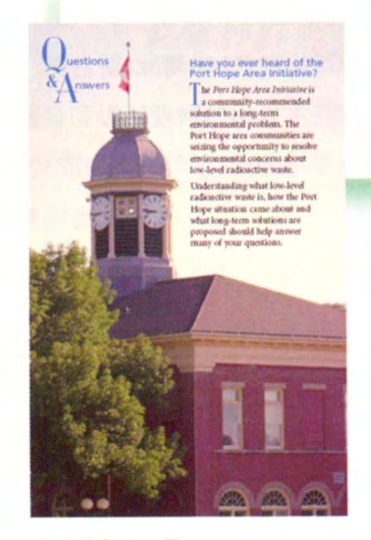
長半衰期中低放廢處置場-金卡丁(進行中)

中低放廢處置場場址所在地金卡丁和鄰近社區(梭金岸區、柏克頓、胡倫金羅和亞倫艾德司賴)，一共可以拿到12.3億元的回饋金。回饋金分成一次領取和每年支付達30年，但要在達到特定目標時才可領。

除了表1、表2的實質回饋之外，預計處置場建造期間約可創造300個就業機會，鄰近區域並可以享受減稅優惠。

芬蘭

芬蘭有2個中低放廢處置場-歐基盧歐圖和洛維薩，分別在1992和1998年開始營運。



希望港市區一景

芬蘭政府並未直接提供回饋金給設址當地。然而，核子設施所在地，必須繳交高達2.5%的財產稅給當地政府(一般為0.4-1.0%)，供當地政府自由運用。

瑞士 選址中

瑞士在1990年代先前曾進行低放廢處置場選址計畫，預定在尼華頓邦的偉倫伯落腳。計畫雖然深受設址當地支持，但2000年卻遭尼華頓邦政府阻擋，因此計畫宣告流產。目前瑞士正在進行新的選址計畫。以下為當年規劃設址的回饋措施：

申請執照過程回饋

設址該郡當局在申請場址執照作業過程中，可收到4,700萬元的回饋金。而一旦同意設址計畫，將可一次收到6,150萬元，且之後到建造執照生效為止，每年可得615萬元。



希望港計畫鳥瞰圖

回饋金

預計處置場建造和營運，約可帶來103億元的投資資金和對處置場鄰近地區產生正面經濟效益。一旦建造執照生效，未來的40年，所在地邦政府每年至少可免費使用核能電廠2,500萬度電。計入其他的用電回饋案的話，每年該邦免費用電金額可達8,000萬元之譜。邦政府可以市場價格將電力轉售，盈餘用作地方使用。而設址社區每年可收到7,150萬元的回饋，為期長達40年。等到40年的回饋方案到期後，將會設置約5,100萬元的信託基金。

來源：

1. “Managing radioactive waste safely: literature review of international experiences of community partnerships,” http://www.nda.gov.uk/documents/upload/TN-17086-Managing-Radioactive-Waste-Safely-Literature-Review-of-International-Experiences-of-Partnerships-pdf-version_v1.pdf
2.http://www.llrwmo.org/en/home.html
3.http://www.nirond.be/engels/1_index_eng.html

表1: 金卡丁處置場發展期一次支付款項 (單位：新台幣)

社區				
金卡丁	梭金岸區	胡倫金羅	亞倫艾德司賴	柏克頓
2,275萬	875萬	245萬	140萬	140萬

表2: 金卡丁處置場發展期每年回饋金 (2005~2034年) (單位：新台幣)

日期	目標	社區				
		金卡丁	梭金岸區	胡倫金羅	亞倫艾德司賴	柏克頓
2005年	社區支持度建立	1.02億	1,750萬	490萬	280萬	280萬
~2013年	加拿大主管機關核可發給建造執照	4,550萬	1,750萬	490萬	280萬	280萬

聰明採購抗通膨─價格巨幅變動下之我國核子燃料採購策略

◆ 編輯室

在一片萬物喊漲聲中，原油價格持續飆升被公認為是罪魁禍首；煤、天然氣的售價也隨之大漲，於是以這些化石燃料為主要發電原料的我國，調漲電價成為不得不然的趨勢。

台電公司主要的發電用燃料，包括石油、煤、天然氣及原料鈾(U_3O_8)等價格，大約都是從民國92年開始起漲，至前波最高點的漲幅均以倍數計算。圖1顯示自民國92年開始，原料鈾的價格一路攀升，到96年6月，現貨價格飆漲到138元/磅的天價，漲幅高達13.5倍，遠高於近期油、煤、天然氣的最大漲幅。

但是從圖2可以發現，台電公司全電力系統的發電成本，從民國92年起的確隨著燃料價格節節高升，但是核能發電成本不但未隨著原料鈾價格的飆升而高漲，而且似乎未受到任何的影響。此一背道而馳的現象是如何形成？以及在原料鈾價格飆漲之際，台電公司究竟是採行何種策略及作法來有效降低核燃料採購成本，以儘量抑制對電價的衝擊，這些都值得我們深入的探究。

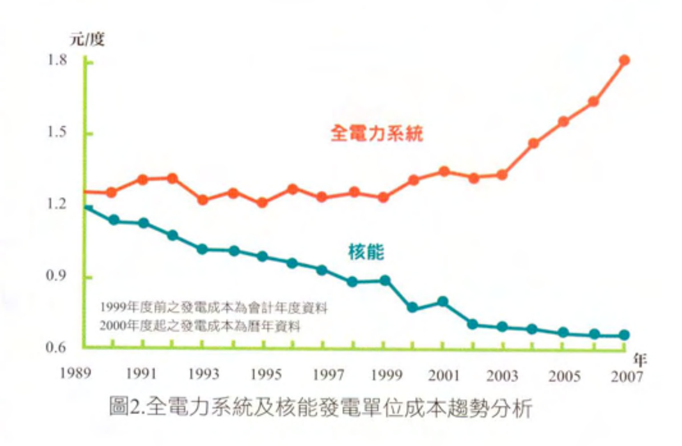


圖2.全電力系統及核能發電單位成本趨勢分析

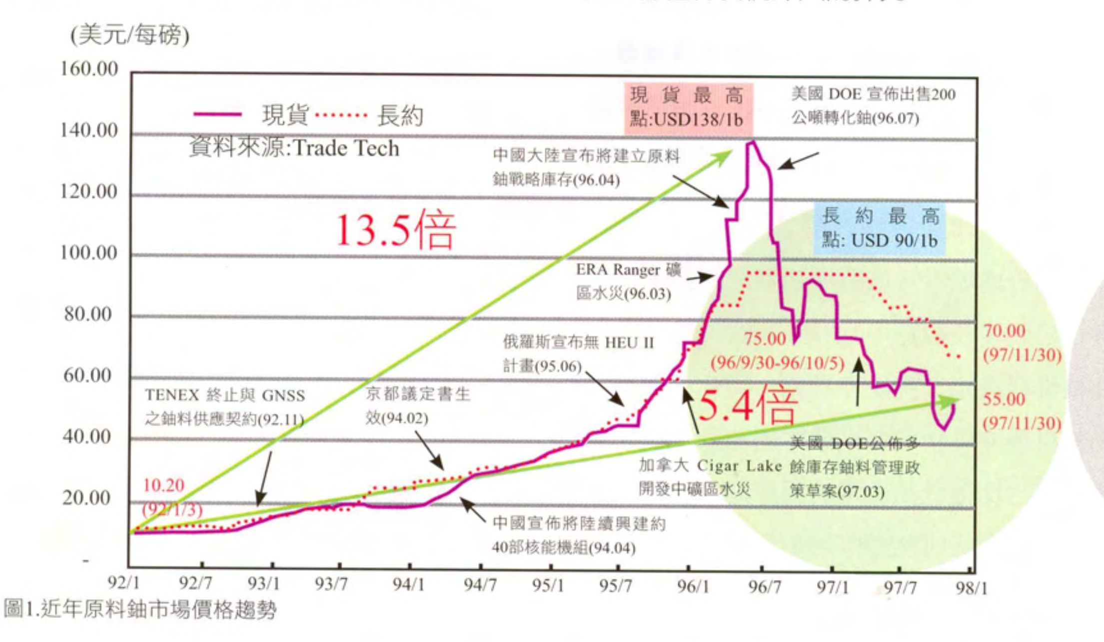


圖1.近年原料鈾市場價格趨勢

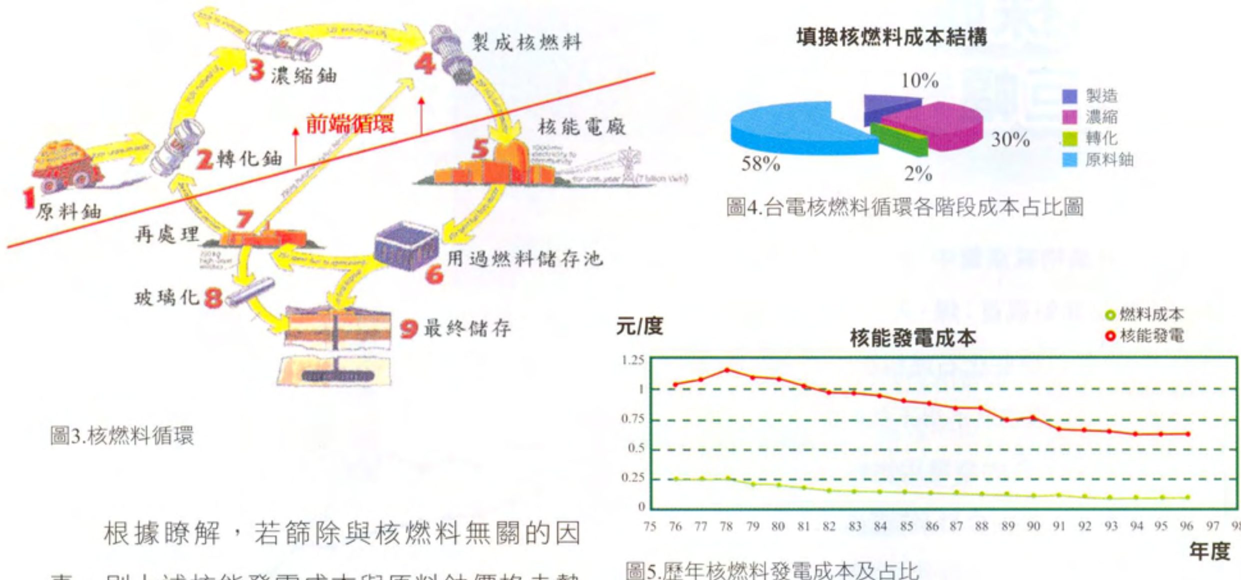


圖3.核燃料循環

圖4.台電核燃料循環各階段成本占比圖

圖5.歷年核燃料發電成本及占比

根據瞭解，若篩除與核燃料無關的因素，則上述核能發電成本與原料鈾價格走勢背離的現象，主要是在3種核燃料特有的效應及機制的多重運作下所形成：第一種是核能發電成本配比的稀釋效應；第二種是原料鈾成本變動的延後反映效應；第三種機制則是台電公司所採行降低核燃料採購成本的各種策略及作法。

一、核能發電成本配比的稀釋效應

要了解核能發電成本配比的稀釋效應，我們需先釐清「原料鈾成本」、「核燃料成本」及「核能發電成本」三者間的關係。

1.原料鈾成本與核燃料成本

由於核燃料前端循環包括原料鈾採購、轉化、濃縮及製造等4個階段（如圖3），因此核燃料成本其實是原料鈾、轉化、濃縮與燃料束製造等階段各別成本的加總。其各別的成本占比依近期台電的採購成本估算，則分別為原料鈾約占58%、轉化占2%、濃縮占30%與燃料束製造占10%（圖4）。由於後3項屬於技術服務性質，與原料鈾價格變化的連動性不高，且其產能較容易隨供需而增減調節，所以價格起伏亦較平緩。因此假設後3項技術服務價格均維持不變，且原料鈾採購成本等於原料鈾市場價格，則即使原料鈾市場價格上漲1倍(100%)，反映至核燃料成本亦只上漲58%，而非相對的也上漲1倍。

表1.燃料價格上漲對發電成本之影響

	核能	其他燃料平均
發電成本之燃料占比	16%	85%
原料鈾/燃料價格上漲幅度	100%	100%
發電成本上漲幅度◎	9%	85%
上漲100%後之燃料占比	23%	92%

註：◎假設原料鈾成本占核燃料成本58%，核燃料成本占核能發電成本16%。並假設其他核燃料加工服務成本不變。

2.核燃料成本與核能發電成本

圖5是近10年來核能發電每發1度電的成本趨勢圖，以及其中核燃料所占的成本。我們可知，近3年核能發電成本略高於0.6元/度

電，而其中所含的核燃料成本只有約0.1元/度電。因此燃料成本在核能發電成本的占比約為16%。

由於核能發電成本中建廠、營運、後端等成本的比例較大，相對之下燃料成本只占核能發電成本的16%，因此，假設其他項目的價格均維持不變，即使核能發電所用的核燃料價格上漲幅度達1倍，但反映到發電成本只會增加16%，而非100%。

3.原料鈾成本占核能發電成本比例不高

綜合以上原料鈾成本、核燃料成本及核能發電成本三者間的關係，我們可以了解，原料鈾成本其實只占核能發電成本的9%（58%×16%）。即使核能發電所用的原料鈾價格上漲幅度達1倍(100%)，但反映到核燃料成本只上漲58%；再進一步反映至發電成本，每度電成本也只微增9%。而燃料成本占整體核能發電成本的比例將只是從16%小幅增加至23%。

表1是燃料價格的變動對發電成本的影響比較。若同樣都以發電燃料或原料鈾價格上漲100%來舉例。可以看到，如果台電所使用的燃料或原料鈾價格上漲100%，則因燃料價格上漲所增加的其他整體發電成本比例會高達85%。而核能發電成本受原料鈾價格上漲的影響程度僅9%，只有其他燃料所受燃料價格上漲影響的1/10，這就是核能發電核燃料成本配比的稀釋效應所形成的經濟優勢。雖然以上原料鈾成本、核燃料成本及核能發電成本三者間的占比關係是動態的，不會是固定的58%或16%，且原料鈾成本的實際占比會隨著原料鈾價格提高而提高，但此效應產生的稀釋現象基本上是不會改變的。

二、成本變動延後反映效應

在說明成本變動延後反映效應前，需要先瞭解--既然是「發電」成本，所以並非原料鈾一完成採購，其採購成本就立即反映並計入到核能發電成本中，而是要等到完成核燃料前端循環各階段的加工、製造，再放入反應爐中開始發電後，其成本才會反映到核能發電成本之中，因此其間存在著一段時間上的落差。

所謂成本變動延後反映效應，是指因原料鈾採購後不會也無法立即放入反應爐中用以發電，而是相隔一段時間後才會使用。因此在任何時點原料鈾市場價格變化所導致採購成本的增減變動，都會延後一段時間，待該批原料鈾製造的核燃料放入反應爐發電後，才會反映在發電成本中並顯現出來。

前述延後反映的時間包括：1.台電公司採行核燃料庫存政策的庫存時間，2.核燃料前端循環，包括轉化、濃縮及製造等階段所需的加工時間，以及3.核燃料置放在反應爐中的滯爐時間等，所共同組成。

1.台電公司採行核燃料庫存政策的庫存時間

庫存政策是指台電公司「原料鈾」及「製成核燃料」有足夠庫存量的政策。「原料鈾庫存政策」是台電公司需維持可滿足所有核能機組3年原料鈾需求的庫存量，以確保即使原料鈾完全無法採購，至少3年內的供應

仍不虞匱乏。

這些庫存原料鈾的成本，台電是以移動平均成本來計算。不過為了便於現象的描述，以下將從先進先出的成本觀點來看「原料鈾3年庫存」的影響。也就是說把現在拿來進行加工的原料鈾，當成是在3年前就已經買好的，其採購成本也是以3年前採購時的市場價格為參考基礎，而非是目前的市價。

至於「製成核燃料庫存政策」，是台電公司每部核能機組都庫存可供1個燃料週期使用的製成核燃料數量，亦即製成核燃料不是到要用了才製造，而是提前近1個燃料週期（約1.5年）就完成製造並運回台灣，以確保即使受到外力斷絕海上運輸，每部核能機組都至少能再運轉1個燃料週期以上，沒有斷料的風險。

(2)核燃料前端循環各階段所需的加工時間

核燃料前端循環各階段都各有加工作業所需的時間，轉化階段為2個月、濃縮階段4個月、製造階段2個月，一共約8個月。

(3)核燃料滯爐時間

滯爐時間是指某批核燃料已置放在反應爐中的時間長度。由於核能機組每次大修只更換1/4-1/3數量的核燃料，而每束核燃料組件的燃燒壽命平均約可使用3-4個燃料週期（4.5-6年），故反應爐中的全部核子燃料，是由3-4批每批間隔1個燃料週期的不同批燃料所組成。剛放入反應爐使用的新核燃料滯爐時間為0年，已經要退出反應爐不再使用的用過核燃料滯爐時間則為4.5或6年。由於每批核燃料的原料鈾採購、轉化、濃縮及製造的時間不同，因此反應爐中每批核燃料的成本可能並不相同。

總延後時間

簡單的說，每一批正在反應爐中發電且計入發電成本的核燃料，其所含的原料鈾其實是在「庫存時間」＋「加工時間」＋「滯爐時間」前所購買的。亦即總延後時間為：「原料鈾庫存時間3年」＋「轉化、濃縮、製造各階段加工時間8個月」＋「製成核燃料庫存時間1.5年」＋「核燃料滯爐時間0-6年」＝5-10年。

也就是說，目前正在各核能電廠反應爐中燃燒發電的核子燃料，其所含的原料鈾大約是在5-10年前所採購，幾乎完全與當下的原料鈾市價無關。反過來說，即使是以目前原料鈾大漲後的市價所採購的原料鈾，其成本最快也要5年後才會開始反映在核燃料成本及發電成本上。即便在開始反映後，其成本還要再和其他2-3批較早置入反應爐使用的低成本核燃料平均，因此就更延緩成本的顯現時

間與其程度。

三、台電公司所採行降低核燃料採購成本的策略及作法

台電公司核燃料組組長吳心岳強調，以上所提到的成本配比稀釋效應及成本變動延後反映效應，其實是核燃料成本及核能發電成本的特質，嚴格的說，只是把原料鈾的成本變動稀釋或延後反映而已，基本上這兩種效應都並未真正降低核燃料採購成本，所以台電公司還必須致力於採行以下各種策略及作法，以期真正降低核燃料的採購成本。

★因應市場狀況，靈活調整定期契約與現貨採購比例

為確保原料鈾的供應安全，台電公司原料鈾的採購配比原則是，長期契約占比為各年原料鈾規劃需求量的至少50%，其餘以中短期契約及現貨採購補足。

從圖1可以看出，原料鈾長約及現貨的市場價格並不是呈現齊漲齊跌的固定走勢，有時長約市場價格較高，而有時現貨市場價格較高。因此台電公司會密切注意市場價格的長期趨勢變化，在原料鈾長約占比不低於50%的原則下，視市場供需情勢及價格趨勢和差異，適時調整長約、中短期契約及現貨採購的比例。當長約市場價格或台電長約採購成本較現貨市場價格高時，調降原料鈾長約採購占比，改採購較多的原料鈾現貨；反之則訂定較多的原料鈾長約，以利用兩者間的差價平抑採購成本。

★靈活運用定期契約數量彈性選擇權

原料鈾長期契約一般會爭取訂有一定比例的每年彈性供應量，因此台電公司會密切注意市場價格的變化高低，運用此長期契約的數量彈性。當長約市場價格較低時增提原料鈾數量，而當長約市場價格較高時減提原料鈾。相對的增加或減少中短期契約及現貨採購，以滿足鈾料需求，並降低採購成本。

★長期契約爭取訂定價格上限

長期契約因為涵括時間很長，無法精準判斷數年後的價格，因此原料鈾長期契約多不採行固定價格或基價加上漲的價格機制，採購價格大部分是與每次交貨時的市價連動。但為避免市價暴漲至採購成本難以接受或掌控的程度，因此台電公司會儘量爭取訂定價格上限（即當市價高於價格上限時，以價格上限計價），以鎖定採購成本的範圍。事實上在前波市價暴漲之時，大部分台電公司長期契約的採購價，約僅為市價的一半而已，即歸功於價格上限策略的應用。

★運用轉化服務契約的彈性

轉化服務契約一般也訂有數量彈性及年度執行與否的選擇權，當原料鈾市場價格高漲，而原料鈾及轉化鈾庫存量足夠時，台電公司會適時放棄部分轉化服務契約量，以避免受制於為滿足轉化服務契約的轉化量的要求，而必需採購高價原料鈾來進行轉化的不經濟行為。

★運用不同鈾料型式的彈性

市場上除了可採購原料鈾外，亦有轉化鈾及濃縮鈾可供採購。台電公司會視原料鈾、轉化鈾與濃縮鈾的市場價格差異，在各階段的合約彈性內，靈活搭配採購最經濟的鈾料型式，降低核燃料採購成本。

★慎選進場時機

參考核燃料專業顧問公司的價格預測分析結果，儘量於價格低於預測的市場平均價時進場採購，壓低相對採購成本。

★利用庫存優勢

台電公司擁有3年原料鈾庫存量，因此可謹慎利用有足夠庫存鈾料的優勢，可耐心等待價格下跌的有利時點進場。不會因需用量不足被迫急於進場採購，而受制於短期價格波動影響。

★選擇最佳濃縮下腳濃度

從圖4可知，原料鈾及濃縮服務的成本占核燃料成本的最大宗。而當濃縮下腳（經過濃縮過程，U235被萃取後的耗乏鈾）濃度愈大，則原料鈾使用量愈大，濃縮服務使用量卻愈小，反之亦然。因此在不同的原料鈾及濃縮服務價格組合下，會有該組合的最佳濃縮下腳濃度，可使原料鈾加上濃縮服務的成本最低。因此台電公司會視原料鈾市場價格與濃縮服務市場價格的差異，在合約彈性內採用最佳化調配及最佳濃縮下腳濃度，降低核燃料批次成本。

★增加標案競爭性，寬廣來源

在合法範圍內減少採購標案的特殊限制，以簡化作業增加彈性，吸引更多廠商參與競標，以獲取最有利的價格。

★引進先進型核燃料

適時引進先進型核燃料，提高燃料使用效益及可靠度，並提昇反應爐的運轉績效，以降低週期運轉成本。

小而省的抗漲明星

經過上述的説明，相信在台電公司燃料處人員的努力下，縱使原料鈾的市場價格持續維持於5年前的數倍以上，但核燃料的使用絕對有其經濟上的有利條件。在未來化石能源日益短缺、價格漲多跌少的趨勢之下，再生能源尚無法成為大量、穩定的供應電力來源，核能發電的經濟效益與能源安全的優勢益發明顯，值得納入我國能源政策的選項。

歐巴馬要用核能減碳八成

◆ 編輯室

美國新科總統歐巴馬設定減碳目標，要使用核能和其他潔淨能源，將碳排放量在2020年前降低到1990年的水準，並在2050年前再減八成。

在由加州州長阿諾主持的兩黨大會上，歐巴馬表示，美國和各國要面對的挑戰，沒有比氣候暖化更迫在眉睫的了。氣候暖化的真實性無庸置疑，事實也擺在眼前。如果沒有處理，氣候暖化問題和美國過度依賴進口石油，會持續削弱國家經濟、威脅能源安全。

歐巴馬不忘稱讚已經著手投資潔淨能源的州長們和企業。他說，政府不能再不展現領導力，拖延也不再是選項，否認也不是能夠接受的反應。

歐巴馬進一步說明，他將引進類似歐盟實行的碳排放總量與交易方案，作為聯邦政府的總量與交易制度。美國政府將設定嚴格的碳排放目標，以在2020年前回復到1990年的基準，並在2050年前進一步再減八成。

美國每年將投資150億美金，催化民間企業打造「潔淨能源的未來」。歐巴馬表示，



美國總統當選人歐巴馬

美國政府將會投資太陽能、風力和次世代生質燃料。該國將使用核能，同時確保安全，並發展潔淨燃煤科技。這件能源投資案將會帶來500萬個「綠色」工作機會。

歐巴馬亦提到，2008年12月在波蘭舉行的聯合國氣候變化綱要公約大會，對各國而言相當重要。雖然他無法親臨參與會議，但他承諾，一旦他走馬上任，美國政府將會積極主動參與未來各種的會議，以領導世界走向氣候暖化全球合作的新時代。他結語表示，任何參與對抗氣候暖化的國家，都會獲得盟友美國的支持。

來源：WNN 2008/11/20
http://www.world-nuclear-news.org/EE-Obama_taps_nuclear_for_80_percent_GHG_cut-2011089.html



德國電力公司推出零碳電費方案

◆ 編輯室

正當德國各界仍舊為了廢核政策吵的沸沸揚揚之際，德國RWE電力公司日前推出了新的零碳電費方案，消費者可以選擇購買以核電為主的電費方案。

RWE公司這套名叫「友善氣候電力2011」的電費方案，提供消費者以核能發電為主的電力，其餘的部分則由如水力的再生能源來補足。RWE公司表示，水力和核能電力的來源證明書，將會由獨立的監督單位執發。

雖然跟舊的電力方案相比，新方案價位略高，但是RWE公司說，至少到2011年底都不會調價。該公司發言人表示，「民眾現在較能接受核電，」他進一步指出，「我們也能理解，還是會有人反對。不過對於來自核能的潔淨低廉能源，仍舊有很大的市場需求」。

RWE公司在聲明內表示，「就如同方案名稱『友善氣候電力2011』代表的，新方案對於保護氣候有相當大的貢獻。而再生能源和核能發電的共同點，就是兩者都幾乎零排碳。」該公司說，「光核能每年就可以幫德國減少1.5億噸的二氧化碳。舉例來說，德國每年交通運輸排放的二氧化碳量，就達到1.6億噸。」



RWE公司的布伯里斯核能電廠

RWE公司旗下有3家核電廠，營運容量570萬瓩。RWE並不是第一家引進這類購電方案的歐洲企業。2008年1月芬蘭的佛頓電力公司表示，他們正在引進兩個環保標章電力方案，供芬蘭和瑞典的工業用電戶選擇。其中之一的「佛頓零碳」環保標章上，會註明電力來源零排碳。另一個「佛頓再生能源」標章，則是用來標明完全使用再生能源電力。

來源: WNN 2008/11/14
http://www.world-nuclear-news.org/EE-RWE_launches_zero_carbon_supply_option-1411086.html



歐盟3,200萬美元打造核子燃料銀行

◆ 編輯室

歐盟將灌注3,200萬美元打造核子燃料銀行，離理想的遠景更近一步。由國際原子能總署主導的核子燃料銀行計畫，提供使用核電的國家穩定的燃料供應網，同一時間又可以維持最佳的安全、保安和核武不擴散條件。

2006年底，美國的核子威脅倡議組織(Nuclear Threat Initiative, NTI)顧問－股神華倫巴菲特拋磚引玉，允諾捐助5,000萬美元資助燃料銀行計畫，不過前提是各國要先聯合出資1億美金。歐盟在挪威投入500萬美元之後，也跟進灌注3,200萬美元的資金，美國和阿拉伯聯合大公國也在2008年8月分別提供了5,000萬和1,000萬美金的經費支援。

核子燃料銀行的基本概念，在於提供有核能發電計畫國家，安全穩定的核子燃料供應網。在製造核子反應器使用的低濃縮鈾燃料時，濃縮是相當重要的一個步驟。然而，鈾濃縮技術也可用來製造在核子武器中的高濃縮鈾，因此是被視為有核武擴散的風險的一項科技。同樣，再處理設施可用來回收用過核子燃料中的鈾和鈽，但技術也可以運用在取得核武原料。伊朗因為拒絕中止聲稱作為民生使用的鈾濃縮計畫，目前還受聯合國的制裁中。

歐盟理事會表示，國際間為了強化能源安全，建立各種多邊機制，可提供研發鈾濃縮和用過核子燃料再處理設施國家，一個可靠的燃料選擇。核子燃料銀行則是此跨國供應機制的其中一部分，歐盟將就各國不同需求，在近期內進行深度討論。

來源：WNN 2008/12/09
http://www.world-nuclear-news.org/NP-EU_pledges_25_million_to__nuclear_fuel_bank-0912087.html



台日核能交流座談 分享公眾溝通經驗(上)

◆ 編輯室

專題演講：1.台灣核能發電的現況與未來展望
2.日本核能發電的現況與未來展望
3.日本Senior NetWork (SNW)活動介紹
分組討論：1.公眾對核能發電的接受度
2.核能的前景
3.台日核能人才交流
時間：97年12月20日
地點：國立清華大學生醫工程與環境科學系館（原名原子科學系）1樓演講廳
主辦單位：財團法人核能資訊中心

前言

為加強國際間核能相關議題的交流，財團法人核能資訊中心邀請日本SNW委員會11位自核能產官學界退休人士，舉辦交流座談會，期望藉此學習日本成功的公眾溝通經驗與模式。

與會的日本專家有前任原子力委員會主委竹內哲夫、原子力燃料公司前任董事長荒井利治、日立公司前任核能事業處總經理林勉、東芝電廠建設公司前任董事長伊藤睦、IHI企業前任核能部總工程師石井正則、AITEL企業前任副執行長小川博巳、東京電力公司前任總經理斎藤修、KG Berau公司前任總經理辻萬亀雄、三菱重工公司機械處總部前任總經理金氏顯，以及現任全球核燃料-日本公司執行長西村章、日本原子力產業協會政策推廣部資深經理西鄉正雄等人。



清華大學生醫工程與環境科學系退休教授翁寶山

開幕致詞

翁寶山（清華大學醫環系退休教授）

今年的台日核能座談會主題：「台灣與日本的核能發電現況與未來展望」，可說是非常適時地提供核能發電目前以及未來的寶貴資訊。

此次來訪的SNW貴賓，退休前都是任職於日本核能界聲譽卓著的公司、享有崇高地位的專業人士，真是一個超高規格的訪問團，我們非常榮幸可以同時邀請到這麼多位專家一同蒞臨本會。同時也代表核能資訊中心對台灣核能界菁英，以及對核能抱持強烈

興趣的在座各位來賓表示歡迎之意。

依照核能復興與二氧化碳減量的需求，此時提出發展核能可說是非常適當。今天下午將進行的分組討論議題，是核能發電3個不同的面向，期盼各組的與會者經過專業對談之後，能拓寬核能相關知識的視野。

台灣是一個溫暖又友善的海島，有非常多優美的景色。冬天來到台灣是相當舒適，尤其12月的平均氣溫是攝氏18度，希望SNW的貴賓能享有一個愉悅的台灣之旅。



日本SNW委員會會長竹內哲夫

竹內哲夫（SNW委員會會長）

SNW與核能資訊中心首次的會議是在2007年9月於東京舉辦，不過當時只有8個與會者，其中2人來自台灣、6位來自日本SNW。今天的座談會，日本SNW參與人數為11人，原本我有點擔心這麼多人可能會給大家添麻煩。不過我對於台灣的與會人數非常吃驚，居然超過140人！

我們雙方的交流是由我的一篇名為「地球生氣了」的文章開始的，文中我呼籲大眾現在應該多加發展核能以對抗石油危機。核能資訊中心詢問我，是否可以翻譯我的文章，發表在他們的刊物——核能簡訊裡，而我欣然同意了。日本能源自給率只有5%，把核能加進來的話也只有20%，在所有經濟合作暨開發組織(OECD)的會員國中比率是最低的。然而日本社會從上到下似乎對此不甚關心。我所知道的，台灣的能源自給率僅有2%。

SNW的會員自1960或1970年代開始，即投身於核電發展工作，最近陸續退休。我們相當擔心日本未來的能源發展，因此努力向大眾宣導核能的重要性，並且向相關主管機關傳達與民眾溝通的重要性。除此之外，我們也與大學學生舉辦對談，討論未來目標和核能發展的美好理想。

西村章與金氏顯先生待會兒將會分別做日本核能現況和SNW活動的演講。希望我們能相互討論如何提升能源自給率、讓大眾瞭解核能的需要和安全性、鼓勵年輕人追求核能夢想等方法。

蔡春鴻（原子能委員會主任委員）

12月可以說是台灣和日本核能交流的旺季，從月初的台日核安研討會、台日近代工程研討會以及這星期的JANES-NuStar核能管制技術交流會。特別的是，只有今天的研討會把重點放在民眾溝通、核能前景與人才交流。在面臨核能復甦的國際潮流趨勢下，這



我國原子能委員會主任委員蔡春鴻

些都是每個國家的政府很重視的議題。昨天晚上在台北由科學人雜誌社主辦了一個環境論壇，主題是「全球暖化與能源危機」，是一個面對社會大眾的公開論壇，吸引了2百多人參加。其中一個重要的資訊傳達給民眾的就是：因應全球氣候變遷與能源危機所需要的國家能源政策是要以科學為本，在兼顧能源安全、環境保護與經濟發展三贏的策略下，核能是未來永續發展邁向低碳社會的必要選擇。

上個月我也拜讀了由日本原子力研究開發機構在10月16日發表的「2100年核能願景－對低碳社會的建言」的一份報告，特別將2008年7月在日本北海道洞爺湖舉行的G8高峰會議所達到2050年以前世界全體溫室氣體排放量至少要減少50%的共識。又進一步延伸到2100年，建議日本政府要假設2100年日本每人國民生產毛額(GDP)增加到2004的2倍以維持穩定的經濟生活，而最終能源消費要比現在減少42%的藍圖下，建議未來能源消費以電力和氫能為主，積極發展再生能源到達最大極限（大約5%新能源和6%水力）及核能合計達70%，使對石化燃料的依存度由現在的85%降低到30%，二氧化碳排放量降低到現在的10%。我個人對於日本核能專家們的願景和勇氣表示最大的欽佩。在這篇報告中也提到實現願景所面臨的課題，包括社會共識的形成、地球全體性課題的解決、以及核能固有的課題（包含高放射性廢棄物的「後端政策」與隨著核能擴大利用所增加大量的低放射性廢棄物與除役廢棄物的減量與「豁免管制」制度）等。

今天的研討會只是大家研討如何形成社會共識的一個開始，未來隨著全球暖化和能源危機議題的日益迫切，我想每個國家的核能界，在努力尋求技術精進、確保核能安全、放射性廢棄物減量的同時，都會體認到：民眾的溝通以形成社會共識更是我們共同的使命。

專題演講-台灣核能發電現況與展望

林文昌（台電公司核能發電處處長）

2007年我國電力系統的供電量為2,018億度，核能電力共389.61億度，約占總供電量的19.3%。回顧2007年台電的核能營運績效，其整體績效表現為歷年最佳，主要優良績效表現包括：1.供電量：389.61億度(歷年最佳紀錄)；2.容量因數平均值：90.28%(歷年最佳)；3.機組急停次數：2次/年(歷年次佳)；4.核能發電成本：新台幣0.627元/度(歷年最低)；5.放射性固化廢棄物產量：259桶(歷年



台電公司核能發電處處長林文昌

最低)；6.連續運轉：506天(核一廠1號機)，榮獲奇異—日立(GE-Hitachi)公司2007年連續運轉獎牌。

歷年台電核能機組的容量因數平均值，呈現逐年上升趨勢，2007年達90.28%，由上升趨勢可看出台電的努力成效。台電平均發電成本逐年上升，是由於2006及2007年化石能源價格飆漲，更導致台電平均發電成本遽增，2007年已達每度1.79元。反觀台電核能發電成本則穩定且逐年下降，2007年核能發電成本為每度0.63元，為全系統中最低者，僅約全系統平均值的1/3.

台電是國營企業，且為台灣唯一的電力供應公司，肩負著供應台灣經濟發展所需電力及滿足所有用戶需求的責任。另外，台電更關心環境保護，所以未來將繼續提高低碳能源使用的比例。

台電公司未來工作目標：第一要務即是加速龍門計畫（核四廠）進度，台電已積極整合所有資源，全力支援本工程的進行。在此同時，台電也不斷進行核一廠、核二廠、核三廠發電功率提升的改善工作，規劃進行運轉執照更新及設備更新，以使現有運轉中的核能電廠發揮最大功用。另外，在長程規劃中也期待在適當時機，興建新核能機組，提高我國的核能裝置容量。

我國如果沒有運轉中的6部核能機組，為了取代這些核能產生電力，台灣將必須使用更多化石燃料，每年增加2億5千萬噸二氧化碳的排放量。這6部核能機組的減碳能力，相當於台灣全島面積的森林所達成的減碳效果，核能將是台灣未來節能減碳政策中極重要的一種潔淨能源。

日本的核能現況與展望

西村章（全球核燃料-日本公司執行長）

日本現有55座核能機組，核電占全國發電量的1/4。由於2003年與2004年兩次電廠事故，造成容量因數平均值分別下降至57.4%與70.2%。2007年發生中越地震，柏崎刈羽電廠至今仍處於檢修狀態，7號機預計能在短期內恢復運轉。

日本核能發電的長期工作，在於推動輕水式反應器執照更新、延長運轉執照60年；新建核能電廠—3部運轉中、3部興建中、10部計畫中；輕水式反應器所需的混合氧化物燃料—鈽的再處理；穩定落實核燃料的循環；持續推動用過核燃料再處理與放射性廢棄物最終處置；研究降低高放射性廢棄物的有害性。


全球核燃料-日本公司執行長西村章

日本的核能發電目標—1.希望2030年時，核電可達全國發電量的30-40%；2.落實推廣核燃料循環；3.快滋生反應器進入商業化階段。穩定持續進行的工作：1.加強核電廠營運績效2.預計新建13座核電廠；3.輕水式反應器與快滋生反應器所需鈽的再處理；4.啟動用過核燃料再處理廠與放射性廢棄物處置設施。

1990年至2000年，日本有所謂的「失落的10年」，在核能界也是如此，如何能在2030年達到提高核電占比至30%-40%的目標，不論是核能產業技術的發展、人才的培訓等都是日本現今必須面對的重要課題。

問：日本的產官學界是否曾針對一般民眾做核能接受度的意見調查？

答：有的。一般民眾對核能感到不安者達70%，從事核能相關工作、感到不安者只有30%；認為核能是必要的，一般民眾約60%-70%，核能工作者則高達99%以上。由此可知，對核能是否充分瞭解是關鍵因素。因此SNW希望積極進行公眾溝通，幫助民眾瞭解核能。


與會民眾發問踴躍

問：眾所周知，日本的核能發展比台灣進步，為什麼日本的發電效能比台灣要低？

答：由於日本的核能法規多如牛毛，又非常嚴格，加上日本的民族性較為刻板，相對影響核能發電的效能。

SNW委員會的成立宗旨與活動介紹

金氏顯（SNW委員會秘書長）

SNW為日本原子力學會旗下的委員會之一。現任會長竹內哲夫為前任日本原子力委員會主任委員。目前SNW會員共有210人，由核能產官學研各界經驗豐富的退休人士組成。由於日本大眾對核能認識不足，因此態度不友善，SNW成立的目的，在於增進公眾，尤其是年輕族群對核能的瞭解。

經過數次與學生的對談活動之後，2006年5月，日本原子力學會正式成立SNW。SNW至今已經在日本50所大學舉辦29場座談會，參加學生達900人。日本從北到南，幾乎所有有核能相關科系的大學都可見到SNW的足跡，SNW參與活動的會員為135人。

SNW在日本舉辦的座談會是以小組的形式對談，每組有2-3位SNW會員、4-8位學生。在2小時的小組對談中，學生對SNW會員提出有關能源方面的疑問，會議結束前再由學生代表作座談會總結。經由雙方對談之後，學生都能對核能、能源議題有充分的瞭解。

除了舉辦與學生座談之外，SNW同時也針對民眾進行環境與核能議題的座談。目前SNW已經在東京、北海道和名古屋舉辦4次此類型研討會，參加人數有320人。

在舉行這些座談會的過程中，SNW得以結識幾位對核能有正確認知、和嘗試在學校裡傳授知識的教師。但是這方面的教育工作者比例明顯不足，有賴未來SNW舉辦更多活動加以推行。

日本政府在2007年出版「日本核能國家計畫」報告，報告中指示，日本未來將要加強核能教育及人才培訓，同時藉由核能工業、學術和行政部門的力量，推動公共溝通，增進大眾對核能的理解。

SNW冀望能派遣經驗豐富的會員到大學、國高中授課，參與核設施地區的公民會議。SNW希望未來能繼續推廣各式活動，將核能界會員前輩的寶貴經驗傳給年輕的一代。



日本SNW委員會秘書長金氏顯

問：SNW針對反核團體的溝通方式為何？

答：例如六所村的核燃料再處理廠遭到反核團體的反對，SNW派出3位專家與反核團體的領袖以平行、互動的方式會談，會談內容曾在雜誌中刊載。

（其餘分組座談內容，因版面有限將於下一期繼續刊登）



前排由左至右為：日本原子力產業協會政策推廣部資深經理西鄉正雄、原能會物管局長黃慶村、清華大學工科系主任李敏、核能資訊中心董事長朱鐵吉、日本AITEL公司前副執行長小川博巳、日本東京電力公司前總經理齋藤修、全球核燃料-日本公司執行長西村章，後排：清華大學醫環系退休教授翁寶山、日本東芝電廠建設公司前總經理伊藤睦、日本原子能委員會前主委竹內哲夫、台電公司核發處長林文昌、日本三菱重工機械處總部前總經理金氏顯、核能資訊中心董事謝牧謙、日本原燃公司前董事長荒井利治

臺灣地區民生消費食品及飲水放射性含量分析報導

◆編輯室



圖 1 國人主要民生消費食品

行政院原子能委員會輻射偵測中心（以下簡稱偵測中心）負責執行全國民生消費食品的放射性含量調查與檢測。偵測中心依據行政院農業委員會所進行國人每年糧食供給量調查資料，定期選定台北、台中、高雄等3大都會區的消費市場，採取米、麵粉、蔬菜、水果、魚類、肉類、蛋、麵粉、鮮奶等11種國人主要消費食品。此外，在高雄、嘉義、彰化、新竹等地採取花枝、草蝦、海蝦、鰻魚、鮪魚、旗魚、虱目魚、海藻、牡蠣、蛤蜊等魚、貝、藻類試樣進行各項放射性核種的定性與定量分析，如圖1、圖2所示。各類食品中主要含有鉀-40（^{40}K）天然放射性核種外，還有來自於全球性放射性落塵的微量鍶-90（^{90}Sr）、銫-137（^{137}Cs）人工放射性核種。

民國97年，偵測中心針對各類民生消費食品的分析結果說明如下：鉀-40活度變動範圍介於29-133貝克／公斤；鍶-90活度值小於最低可測活度（Minimum Detectable Activity；MDA）至0.07貝克／公斤；銫-137活度值小於MDA至1.0貝克／公斤。偵測中心依據國人主要消費食品放射活度值與臺灣地區主要食品平均消費量來評估國人攝食劑量，均遠低於法規劑量限值，無輻射安全顧慮。偵測中心統計民國88-97年間，國人11種主要消費食品中，鉀-40、鍶-90、銫-137含量的變動範圍，如表1所示。

為確保國人飲水的輻射安全，偵測中心除定期採取臺灣省自來水公司等12個管理處26個給水廠及台北市自來水事業處10個給水站的飲用水樣品外，並自消費市場採取各項品牌包裝

礦泉水進行放射性總阿伐與總貝他濃度檢測如圖3所示。分析結果總阿伐濃度值小於MDA至0.17貝克／升，總貝他濃度值小於MDA至0.69貝克／升，均符合「商品輻射限量標準」第3條、第4條規定，如表2所示。

原能會為嚴密管制國外受污染的食品進入國內，除由經濟部標準檢驗局加強對進口乳製品、肉類、大宗穀糧等食品進行抽樣外，偵測中心每隔2個月定期派員至消費市場採購海產食品、新鮮蔬果、乾果食品、乳製品、嬰兒食品、飲料類等6大類的主要進口食品進行檢測，計140件次，如圖4所示。各類進口食品檢測結果均符合「商品輻射限量標準」第6條規定，無輻射安全顧慮。偵測中心自98年起，消費市場進口食品的採樣分析頻次由每2個月調整為每個月，強化放射性含量分析的檢測作業。

今後有關國人所關切的食品及飲用水的放射性含量，偵測中心將持續不斷地進行調查與檢測，為國人攝食與飲水的輻射安全把關。

表 1 臺灣地區民生主要食品鉀-40、鍶-90、銫-137含量變動範圍

單位：貝克／公斤

試樣＼活度	鉀-40	鍶-90	銫-137	分析解果
米	24 - 43	< MDA - 0.04	< MDA - 0.86	正常
葉菜	27 - 151	< MDA - 0.04	< MDA - 0.05	正常
根菜	29 - 149	< MDA - 0.04	< MDA - 0.04	正常
水果	7 - 158	< MDA - 0.36	< MDA - 0.47	正常
海魚	12 - 154	< MDA - 0.03	< MDA - 1.41	正常
淡水魚	70 - 133	< MDA - 0.06	< MDA - 1.90	正常
豬肉	70 - 143	< MDA - 0.04	< MDA - 0.68	正常
雞肉	75 - 136	< MDA - 0.04	< MDA - 0.13	正常
雞蛋	37 - 123	< MDA - 0.04	< MDA - 0.09	正常
鮮奶	40 - 64	< MDA - 0.07	< MDA - 2.50	正常
麵粉	34 - 78	< MDA - 0.07	< MDA - 0.06	正常



圖 2 放射性含量分析作業（加馬能譜分析）



圖3 消費市場包裝礦泉水



圖4 消費市場進口食品罐頭

表 2 商品輻射限量標準

1. 食品中銫-134及銫-137含量的總和不得超過370貝克／公斤。
2. 總阿伐管制標準：550毫貝克/升；總貝他管制標準：1800毫貝克/升。

資料來源：中華民國91年12月04日行政院原子能委員會（91）會輻字091023177號令發布「商品輻射限量標準」

核能新聞

國・外・新・聞

天然氣大戰誘東歐重啟舊反應器

俄羅斯、烏克蘭繼2006年的天然氣大戰之後，最近又為相同的爭端再度開打，連累一票歐洲國家。此一受國際矚目的「斷氣」事件，促使在戰場外圍的保加利亞和斯洛伐克兩國，考慮重新啟動因加入歐盟而關閉的早期蘇聯式反應器。保加利亞提議，應該馬上重啟克茲魯迪3號機；斯洛伐克則因波胡尼斯2號機反應器才關閉不到1個月，也已經做好可馬上重啟機組的準備。依據保加利亞簽下的入歐盟條約規定，如果該國面臨重大危機，就有權利重啟克茲魯迪3、4號機。保國總統表示，目前該國情況已經瀕臨重大危機邊緣。斯洛伐克總理則說，如果斯洛伐克繼續成為俄烏天然氣大戰的犧牲品的話，他可以想見重啟波胡尼斯反應器之日不遠。WNN Overview 2009/01/09

2008：反應器動工年

綜觀2008年核能發展，0部新反應器併聯，3部舊反應器關閉：日本浜岡1、2號機、斯洛伐克的波胡尼斯3號機(因加入歐盟關閉)；10部反應器動工：中國大陸—紅沿河1號機、福清1號機、寧德1、2號機、陽江1號機、方家山1號機；南韓—新月城2號、新古里1號機；俄羅斯—列寧格勒二廠1號機、諾夫夫洛尼茲二廠1號機。2008年全球興建中機組數，從2007年的33部增加到43部。有5國進行10餘件容量提升案。印度2部小型反應器原計2008年啟動，但因燃料短缺而延後。除此之外，長期擱置的斯洛伐克莫丘夫斯3、4號機，總算開始進行收尾工作了。 WNN Overview 2009/01/09

日本中部電力公司反應器汰舊換新

日本中部電力公司決定讓浜岡核能電廠的2部舊機組功成身退，在同址建造1部新反應器。這兩部各為54萬和84萬瓩的舊反應器已經關閉數年，預計會由新機組在2018年替代上線營運。浜岡電廠其他3部機組已經更新設計，符合新的耐震標準。電廠內最新的反應器在2004年啟動，為進步型沸水反應器。WNN Overview | 23 December 2008

中國大陸陽江核電廠正式動工

位在中國大陸廣東省，規劃設置6部反應器機組的陽江核能電廠正式動工。工程由廣東核電集團負責，使用108萬瓩的中國壓水式反應器。預計第1部機組可在2013年商轉，最後一部在2017年，整體預算為695億人民幣。WNN Overview 2008/12/23

美國重新審視高放廢管理政策

「歷史悠久」的美國雅卡山高放廢處置場計畫進度落後多年，現今又面臨政治干預。能源部日前建議，應該拓建雅卡山處置

場，並且處理法律規範的7萬噸容量限制。預備進入處置場的高放廢，除了目前正在門外排隊的之外，實際上的數量還更多，每年約以2,000噸的量增加中。能源部報告對於美國高放廢的管理現況，提出3個選擇建議：找第2個處置場、無限期暫存在核電廠內，或是將雅卡山處置場容量擴增，最高達9倍。

雅卡山處置場計畫的另一項變數，是美國的用過核子燃料政策，從以前的處置轉變為再處理，也就是說97%的用過核子燃料可以再循環。若美國的用過核子燃料採再循環，到21世紀末為止，以雅卡山處置場的目前設計容量，將可以輕鬆應付美國所有的高放射性廢棄物無虞，但是再處理政策目前仍尚未定案。在能源部的規範下，新核能電廠必須有將用過核子燃料無限期貯存廠內的設計，所以能源部便不用為永久處置場進度延後負責任。(譯註：能源部曾因處置場進度落後，使電廠暫貯用過核子燃料成本大增而遭法院裁定判賠億餘美金。)WNN Overview 2008/1212

中國大陸再添2部反應器動工

中國大陸福建省北方的寧德核電廠址，日前進行第2部反應器灌漿。寧德核電廠一期工程包含4部CPR-1000機組，經費72億美金，每部反應器工期近5年，國產部分占7成以上。福建省內另一個核電廠址一在寧德南方170公里處的福清核電廠，也緊跟在寧德電廠之後，進行兩部反應器其一的首次灌漿。福清核電廠第一期工程商轉時間，預計是在2013-2014年間，最後總共會裝置6部百萬瓩機組。福清核電廠建廠成本預估為146億美金。WNN Overview 2008/11/28

英國報告警告 政府能源政策走偏

英國上議院經濟事務委員會指出，英國的再生能源政策目標，可能耗費鉅資且過度冒險。委員會在「再生能源經濟度」報告中，認同英國政府增加使用再生能源的承諾，但是質疑歐盟設定的目標。英國要在2020年前達到歐盟再生能源15%使用率，一定會危及可靠能源供應，並將成本反映在消費者身上，每年高達105億美金。英國若聚焦在以風力為主的再生能源上，將有把低廉、可靠的發電選項資金挪用到他處的風險。風力發電應該只是個備用選項，不能替代燃煤或是核能發電。WNN Overview 2008/11/28

歐盟能源評估著重能源安全

歐盟執委會公布的第二版「策略性能源評估」，採行在會員國內打造堅固的基礎建設網絡，並且達到減碳目的的新策略。評估中建議，會員國的外交政策需著重在「能源互賴」上。報告內容的一部分－核能藍圖計畫指出，碳排放低的核能發電相當經濟，可對抗燃料價格變動並且強化能源安全，因

核能新聞

國・內・新・聞

此在歐盟扮演重要的角色。如果各方加速進行投資核能和再生能源，在2020年代早期，歐盟約2/3的電力將會是低碳電力。 WNN Overview 2008/11/14

安大略省電力公司醞釀核電廠增建計畫

眼見地方政府和民眾對核能興致勃勃，加拿大安大略省布魯斯電力公司，順勢公布增建核電機組計畫。布魯斯電力公司預計興建2部反應器，廠址在多倫多伊利湖西南方130公里處的南蒂科克。南蒂科克以火力發電廠聞名，但出於環保的理由，省政府預計在2007年關閉發電廠。不過由於電力短缺，可望延到2014年再關閉。南蒂科克核能電廠總容量約220-330萬瓩，使用加拿大、西屋或亞瑞華公司的反應器。然而，安大略省政府在聽聞布魯斯電力公司的新計畫之後反應冷淡，僅表示省政府的擴張核能政策，「不包括」在新址新建反應器。不過南蒂科克該址的確有基礎建設完備的優點。預估未來廠址環境評估約需3年，電廠可在2018-2020年間營運。布魯斯電力公司除了南蒂科克之外，也考慮在現有的布魯斯核能電廠增建4部機組。WNN 2008/11/03.

台電「核一廠用過核子燃料乾式貯存設施」8月底環評大會過關後，12日已獲行政院原子能委員會發給建照，貯存設施水保計畫也火速送到縣府審查。

環保局環評及規畫科長鄭惠芬表示，環評大會結論中要求，核一廠需成立監督委員會，並針對核能安全和居民健康風險組成專家小組。縣府堅持這些項目在動工前需有具體結果，不能切割。（2008/12/10中國時報）

據彭博社報導，南韓政府周日宣布，計畫於2022年以前投資37兆韓元（285億美元）興建12座核能發電廠、7座燃煤發電廠及11座液化天然氣發電廠，以降低對石油進口的依賴，及解決日益攀升的能源需求。

身為亞洲第四大經濟體，南韓極度依賴國外進口石油。有鑑於今年7月國際油價一度攀升到一桶147.27美元，南韓設法拓展多元化能源管道。知識經濟部預估，2022年底前，南韓電力產能將從目前659億瓦增至1,009億瓦。

韓國投資證券公司分析師雲喜東表示，「核能發電是最經濟、最乾淨的能源，興建更多核電廠後，南韓可解決高油價的難題，並減低溫室效應氣體的排放」。南韓核能發電成本為每度3韓元，燃煤發電為每度22韓元，而天然氣發電則為每度89韓元。

聲明提到，2022年以前，核能發電廠供應的電力將占總電力產能的48%，可較今年

的34%大幅增加。屆時南韓將可減低對石油發電廠的依賴，可從1.9%銳減至0.2%。目前南韓為亞洲第三大原油購買者。

南韓政府評估2022年以前國內每年電力需求將成長2.1%。目前南韓擁有20座商用反應器，40座燃煤發電廠，及45座天然氣發電廠。（2008/12/29工商時報）

原子能委員會29日的年終記者會中，主任委員蔡春鴻表示，截至今年12月止，美國已有17個廠址向核能管制委員會（NRC）送件申請新建26部核能機組，預期至2009年底，陸續會有另外3個廠址共5部機組也提出建廠申請。而美國自1996年之後已沒有再新建核能電廠，因此NRC也積極透過各種場合及機會，希望與其他國家管制機關進行建廠管制經驗的交流。

近幾年來，NRC與我國除持續透過雙邊會議及視察員交換訪問等方式進行經驗交流外，美國NRC預計於2009年3月邀請韓、法、芬蘭、台灣等正在興建核能電廠的國家，在美國舉辦會議由NRC主席親自主持，針對全球核能復甦討論未來建廠管制新趨勢及因應作為。NRC並希望由原能會核管處陳宜彬處長親自出席，可見NRC對台灣建廠管制經驗的重視。

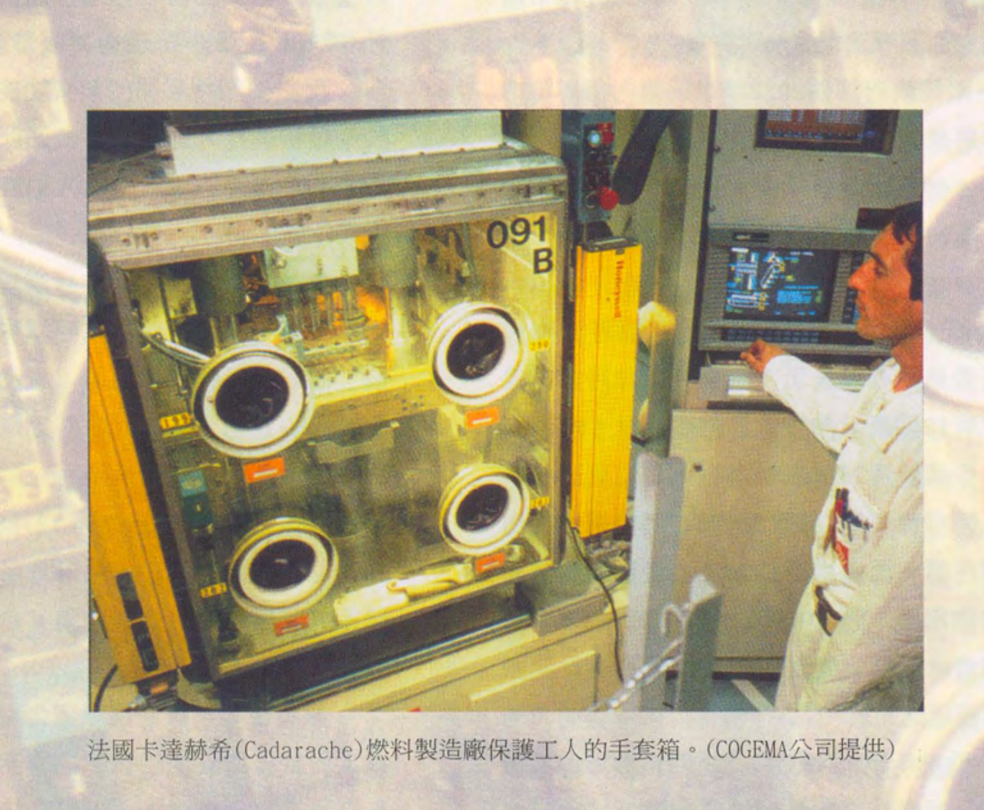
核四建廠過程中歷經停工復工爭議，加上台電公司與顧問公司及主要設備供應商的合約紛爭糾葛，使得工程進展緩慢，惟目前已逐步進入施工後測試階段，原能會現階段針對核四廠安全管制作業，除例行視察作業外，刻正進行終期安全分析報告審查。

而對於即將展開的系統功能測試等，也於今年初調整人力成立『核四起動測試專案小組』，未來將投入適當人力進行測試期間視察作業。

針對近期台電公司自行辦理核四設計變更違規案，原能會前後已陸續對台電公司裁罰，面對核四特有的困難，原能會除基於安全管制的立場，依法行政善盡職責，以確保民眾安全外，並積極研議可兼顧安全與核四工程推動的替代方案。97年12月8日召開的第22次龍門核管會議中，原能會已與台電公司研定核四設計變更處理原則，台電公司現正依該原則辦理相關作業中。

原能會職司核能建廠安全與品質管制之責，對於核能安全的管制只有安全的考量，未來將秉持一貫立場，對於在核四廠建廠作業所發現的任何瑕疵，均將強力要求台電公司進行改正，以確保核四廠建廠完成後的運轉安全。（2008/12/29本刊訊）

自民國98年1月1日起，財團法人核能科技協進會執行長由陳勝朗先生擔任，陳勝朗自核能研究所主任秘書一職退休後接任。（2009/01/09本刊訊）



法國卡達赫希(Cadarache)燃料製造廠保護工人的手套箱。(COGEMA公司提供)